



①9 **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenl gungsschrift**
⑩ **DE 42 01 018 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
F 01 N 3/18
F 01 N 3/36
F 01 N 3/30
F 01 N 3/38
F 01 N 3/02

⑳ Aktenzeichen: P 42 01 018.7
㉑ Anmeldetag: 16. 1. 92
㉒ Offenlegungstag: 22. 7. 93

DE 4201018 A1

㉑ Anmelder:
Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 7000 Stuttgart,
DE

㉒ Erfinder:
Rösner-Krepulat, Bernd, Dipl.-Ing., 7014
Kornwestheim, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Nachbehandlung von Abgasen

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abgasnachbehandlung an Brennkraftmaschinen. Zur Verringerung der an die Umwelt abgegebenen Schadstoffmengen wird bereits vor dem Start der Brennkraftmaschine Wasserstoff, beziehungsweise Sauerstoff und Umgebungsluft in die Abgasleitung eingeleitet und durch eine Zündvorrichtung gezündet. Der benötigte Wasserstoff wird durch eine Elektrolysezelle aus Wasser, das von einem Speicherbehälter zugeführt wird, gewonnen. Durch das Nachverbrennen der Abgase ist es möglich, die Brennkraftmaschine bei einem deutlichen Luftüberschuß zu betreiben, wodurch der Stickoxidanteil im Abgas stark reduziert wird. Außerdem werden im Abgas enthaltene Rußpartikel durch das Nachverbrennen beseitigt. Dadurch ist es möglich, auf weitere Abgasnachbehandlungselemente zu verzichten, beziehungsweise vorhandene Nachbehandlungselemente effektiver zu betreiben und zu überwachen.

DE 4201018 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Nachbehandlung von Abgasen einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Da es bei bekannten Otto- oder Dieselmotoren bisher nicht möglich ist, das aufbereitete Kraftstoff-Luft-Gemisch vollständig zu verbrennen, sind in den Abgasen verschiedene Schadstoffe, beispielsweise Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Stickoxide oder Rußpartikel enthalten. Die Nachbehandlung der Abgase mittels Katalysatoren oder Rußfiltern kann zwar den Schadstoffgehalt im Abgas verringern, gleichzeitig wird dadurch aber der Kraftstoffverbrauch erhöht. Außerdem arbeiten sowohl der Katalysator als auch der Rußfilter erst bei höheren Temperaturen zufriedenstellend, wodurch beim Kaltstart und während der Warmlaufphase dennoch größere Schadstoffmengen an die Umwelt abgegeben werden.

Aus der DE-OS 38 35 939 ist eine Abgasanlage bekannt, bei der ein Katalysator vor dem Start der Brennkraftmaschine durch eine Heizeinrichtung vorgewärmt und ab einer vorgegebenen Temperatur zusätzlich Kraftstoff in die Abgasleitung eingespritzt wird. Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß der durch den eingebauten Katalysator erhöhte Kraftstoffverbrauch durch das Einbringen des Kraftstoffs in die Abgasleitung noch weiter erhöht wird.

Aus der US 36 57 892 ist ein Verfahren, bei dem im Abgas enthaltenes Wasser mittels eines Kohlenstoffsubstrats zu Wasserstoffgas und Kohlenmonoxid dissoziiert wird, bekannt. Durch die anschließende Oxidation des Wasserstoffs im Rußfilter wird die zum Abbrennen der abgelagerten Rußpartikel notwendige Temperatur erzeugt. Nachteilig ist hierbei, daß erst nach dem Start der Brennkraftmaschine Wasserstoff erzeugt und somit die Temperaturerhöhung erst nach einer Anlaufzeit erfolgt. Außerdem kann so nur eine geringe Wasserstoffmenge erzeugt werden.

Die Aufgabe der Erfindung besteht nun darin, die beschriebenen Nachteile zu beseitigen, das heißt ein Verfahren zu schaffen, mit dem die im Abgas enthaltenen Schadstoffe verringert werden können, ohne dabei den Kraftstoffverbrauch zu erhöhen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Hauptanspruchs gelöst. Weitere Vorteile und Ausgestaltungen gehen aus den Unteransprüchen und der Beschreibung hervor.

Bei Verwendung einer Abgasnachverbrennung ist ein Betrieb der Brennkraftmaschine mit hohem Luftüberschuß möglich, wodurch der Anteil der Stickoxide im Abgas deutlich verringert wird. Daher kann bei Unterschreiten der Stickoxidgrenzwerte auf den Einsatz eines zusätzlichen Katalysators verzichtet werden. Genauso kann bei Dieselmotoren durch die Verbrennung der Rußpartikel im Wasserstoffbrenner auf den Einsatz eines Rußfilters verzichtet werden. In beiden Fällen wird eine zusätzliche Drosselung der Abgase vermieden, was zu einer Verminderung des Kraftstoffverbrauchs führt. Im Gegensatz zur Verwendung von Kraftstoff als Zusatzbrennstoff für die Abgasnachverbrennung werden bei der Verbrennung von Wasserstoff aber keine zusätzlichen Schadstoffe produziert.

Durch die Zugabe von Sauerstoff aus der Elektrolyse oder aus der Umgebungsluft kann das Abgas gekühlt und somit die Abgastemperatur auf einfache Art und Weise geregelt werden. Dies ist vor allem wichtig, um zusätzliche Abgasnachbehandlungselemente, die zur

weiteren Verbesserung der Abgasqualität in der Abgasleitung angeordnet sind, vor Überhitzung zu schützen.

Außerdem kann dadurch, daß schon vor dem Start der Brennkraftmaschine die Verbrennung des Wasserstoffs in der Abgasleitung gezündet wird, bereits das beim Start anfallende Abgas effektiv nachverbrannt werden. Dadurch kann ein Ausstoß von erhöhten Schadstoffmengen während des Kaltstarts oder während der Warmlaufphase verhindert werden.

Die Gewinnung des Wasserstoffs mittels Elektrolyse aus Wasser bietet den Vorteil, daß anstelle eines Wasserstoffspeichers nur ein einfach zu handhabender Wassertank benötigt wird.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt im einzelnen

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer weiteren Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 1 zeigt die Abgasanlage eines nicht weiter dargestellten Kraftfahrzeugs. Das von einer Brennkraftmaschine 1 erzeugte Abgas wird durch eine Abgasleitung 2 an die Umgebung abgegeben. Zur Nachbehandlung der Abgase wird über eine erste Leitung 3 und eine erste Düse 4 Wasserstoff in die Abgasleitung 2 eingebracht. Außerdem wird der Abgasleitung 2 über eine zweite Leitung 5 und eine oder mehrere Düsen 6 Sauerstoff, beziehungsweise Luft zugeführt. Zur besseren Vermischung des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff, der Luft, beziehungsweise dem Abgas, ist außerdem ein Drallblech 7 vorgesehen. Stromab der beiden Düsen 4 und 6 ist eine Zündeinrichtung 8, die durch eine Hochspannungsquelle 9 mit der notwendigen Zündspannung versorgt wird, angeordnet. Die beiden Düsen 4 und 6 bilden gemeinsam mit der Zündeinrichtung 8 einen Wasserstoffbrenner 10. Der benötigte Wasserstoff und Sauerstoff wird in einer Elektrolysezelle 11, die von einem Speicherbehälter 12 über eine Zuleitung 13 mit Wasser versorgt wird, gebildet. Die Betriebsspannung für die Elektrolysezelle 11 wird über die Zuleitung 14 von einem Steuergerät 15, welches wiederum über eine Zuleitung 16 mit der Spannungsversorgung des Kraftfahrzeugs verbunden ist, bereitgestellt. Vom Steuergerät 15 sind über Steuerleitungen 17, 18 zwei Ventile 19, 20 ansteuerbar, mit denen die zum Wasserstoffbrenner 10 zugeführte Menge an Wasserstoff, beziehungsweise Sauerstoff kontrolliert werden kann. Außerdem kann die zugeführte Sauerstoffmenge zusätzlich durch eine Luftpumpe 21, die über eine weitere Steuerleitung 22 vom Steuergerät 15 angesteuert wird, erhöht werden.

Das Steuergerät 15 wird über verschiedene Sensoren über alle notwendigen Betriebsparameter informiert. Über einen Temperatursensor 23 und einen Drucksensor 24 stromauf des Wasserstoffbrenners 10 wird der anfallende Abgasmassenstrom ermittelt. Durch einen weiteren Temperatursensor 25 stromab des Wasserstoffbrenners 10 kann zusätzlich die Temperatur des nachverbrannten Abgases bestimmt werden. Außerdem erhält das Steuergerät 15 über einen Sensor 26 Informationen über den Wasserstand im Speicherbehälter 12. Über die Leitung 27 wird schließlich nach erfolgreicher Inbetriebnahme des Wasserstoffbrenners 10 ein Signal zur Freigabe des Startvorganges übermittelt.

Durch das Starten des Wasserstoffbrenners 10 vor dem Start der Brennkraftmaschine 1 wird erreicht, daß das anfallende Abgas bereits direkt nach dem Start der

Brennkraftmaschine 1 durch den brennenden Wasserstoff geleitet und dadurch nachverbrannt werden kann. Durch die Nachverbrennung ist andererseits wiederum möglich, die Brennkraftmaschine 1 mit einem höheren Luftüberschuß zu betreiben. Dies kann dazu führen, daß die Menge der Stickoxide im Abgas unter die gesetzlichen Grenzwerte sinkt. In diesem Fall kann auf den Einsatz eines zusätzlichen Katalysators verzichtet werden. Außerdem kann wegen der direkten Nachverbrennung der Abgase bei einem Dieselmotor auf den Rußabbrennfilter verzichtet werden. Da Abgassysteme ohne Katalysator, beziehungsweise Rußabbrennfilter, einen geringeren Abgasgegendruck aufweisen, kann auf diese Weise der Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine 1 ebenfalls verringert werden.

Die Menge des in der Elektrolysezelle 11 erzeugten Wasserstoffs kann durch das Steuergerät 15 mittels einer Änderung der zugeführten elektrischen Ladung, beispielsweise in Abhängigkeit vom Abgasmassenstrom, auf einfache Art und Weise variiert werden. Außerdem kann die Zufuhr von Wasserstoff oder Sauerstoff zur Abgasleitung 2 durch die Ventile 19, 20 kontrolliert werden. So kann die Zufuhr beispielsweise bei auftretenden Problemen schnell unterbrochen werden. Vorteilhafterweise ist dabei die Sauerstoffdüse 6 stromauf der Wasserstoffdüse 4 angeordnet, so daß Wasserstoff, der eventuell nach dem Abschalten des Wasserstoffbrenners 10 in der Abgasleitung 2 verbleiben könnte, durch einen erhöhten Luftzusatz durch die Pumpe 21 aus der Abgasleitung 2 ausgeblasen werden kann.

Fig. 2 zeigt ein gegenüber Fig. 1 leicht verändertes zweites Ausführungsbeispiel einer Abgasanlage, wobei gleiche Teile mit gleichen Bezugsziffern gekennzeichnet sind.

Abweichend von Fig. 1 ist in der Abgasleitung 2 stromab des Wasserstoffbrenners 10 ein weiteres Abgasnachbehandlungselement 28 angeordnet. Hierbei kann es sich beispielsweise um einen Katalysator oder einen Rußabbrennfilter handeln. In einer Bypassleitung 29 zum Abgasnachbehandlungselement 28 ist ein Differenzdrucksensor 30 angeordnet, der die durch das Abgasnachbehandlungselement 28 erzeugte Druckerhöhung in der Abgasleitung 2 an das Steuergerät 15 übermittelt. Hier dient der Wasserstoffbrenner 10 dazu, bereits beim Start der Brennkraftmaschine 1 die anfallenden Abgase nachzuverbrennen. Durch die Nachverbrennung wird einerseits ein Teil der Schadstoffe im Abgas direkt beseitigt; andererseits wird dadurch die Betriebstemperatur des nachgeordneten Abgasnachbehandlungselementes 28 rasch angehoben. Beide Effekte führen dazu, daß das Abgasnachbehandlungselement 28 effektiver arbeitet und somit die an die Umwelt abgegebene Schadstoffmenge reduziert wird. Weiterhin kann der Wasserstoffbrenner auch zum Abbrennen eines Rußfilters verwendet werden. In diesem Fall wird der Wasserstoffbrenner nur in bestimmten Zeitabständen oder bei Erreichen eines vorgegebenen Abgasgegendruckes, der durch den Differenzdrucksensor 30 ermittelt wird, für ein vorgegebenes Zeitintervall gezündet. Das Differenzdrucksignal wird für das Abgasnachbehandlungselement 28 im Neuzustand ermittelt. Im Betrieb, beispielsweise eines Rußfilters, ändert sich der Wert dann infolge von Ablagerungen. Wird ein vorgegebener Grenzwert erreicht, schaltet sich der Wasserstoffbrenner 10 ein und das Filter wird freigebrannt.

Bei einem Katalysator erhält man mittels der Differenzdruckmessung ebenfalls eine Aussage über den Verschmutzungszustand, beziehungsweise Abtragun-

gen. Eine kontinuierliche Funktion beziehungsweise Überwachung des Abgasnachbehandlungselementes 28 ist somit gewährleistet. Ein schadhaftes Abgasnachbehandlungselement kann infolge einer Überschreitung oder Unterschreitung von vorgegebenen Grenzwerten sofort erkannt und ein Signal an das Steuergerät 15 weitergeben werden.

Durch die Zugabe von kaltem Sauerstoff, beziehungsweise von kalter Umgebungsluft durch die Pumpe 21 wird ein Überhitzungsschaden des Abgasnachbehandlungselementes 28 ausgeschlossen, da der Kühlluftstrom dem Abgas zugeführt wird, sobald die gemessene Abgastemperatur einen vorgegebenen Grenzwert übersteigt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Nachbehandlung des Abgases einer Brennkraftmaschine, wobei das Abgas durch die Oxidation von gasförmigem Wasserstoff auf eine für die Nachverbrennung des Abgases notwendige Temperatur gebracht wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß Wasserstoffgas in eine an der Brennkraftmaschine (1) angeordneten Abgasleitung (2) eingebracht und entzündet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich Sauerstoff aus der Elektrolyse oder aus der Umgebungsluft in die Abgasleitung (2) eingebracht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgastemperatur stromab der Gaseinlaßdüsen (4, 6) gemessen und die Menge an zugeführtem Sauerstoff oder Umgebungsluft mit zunehmender Abgastemperatur erhöht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bereits vor dem Start der Brennkraftmaschine (1) Sauerstoff und/oder Wasserstoffgas in die Abgasleitung (2) eingebracht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wasserstoff mittels Elektrolyse aus Wasser gewonnen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge des Wasserstoffs, der in die Abgasleitung (2) eingeleitet wird, mit zunehmendem Abgasmassenstrom erhöht wird.
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Abgasleitung (2) stromab der Gaseinlaßöffnungen eine Zündvorrichtung (8) vorgesehen ist.
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß stromab der Gaseinlaßöffnungen ein weiteres Abgasnachbehandlungselement (28) in der Abgasleitung (2) angeordnet ist.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die durch das Abgasnachbehandlungselement (28) verursachte Druckerhöhung in der Abgasleitung (2) gemessen wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

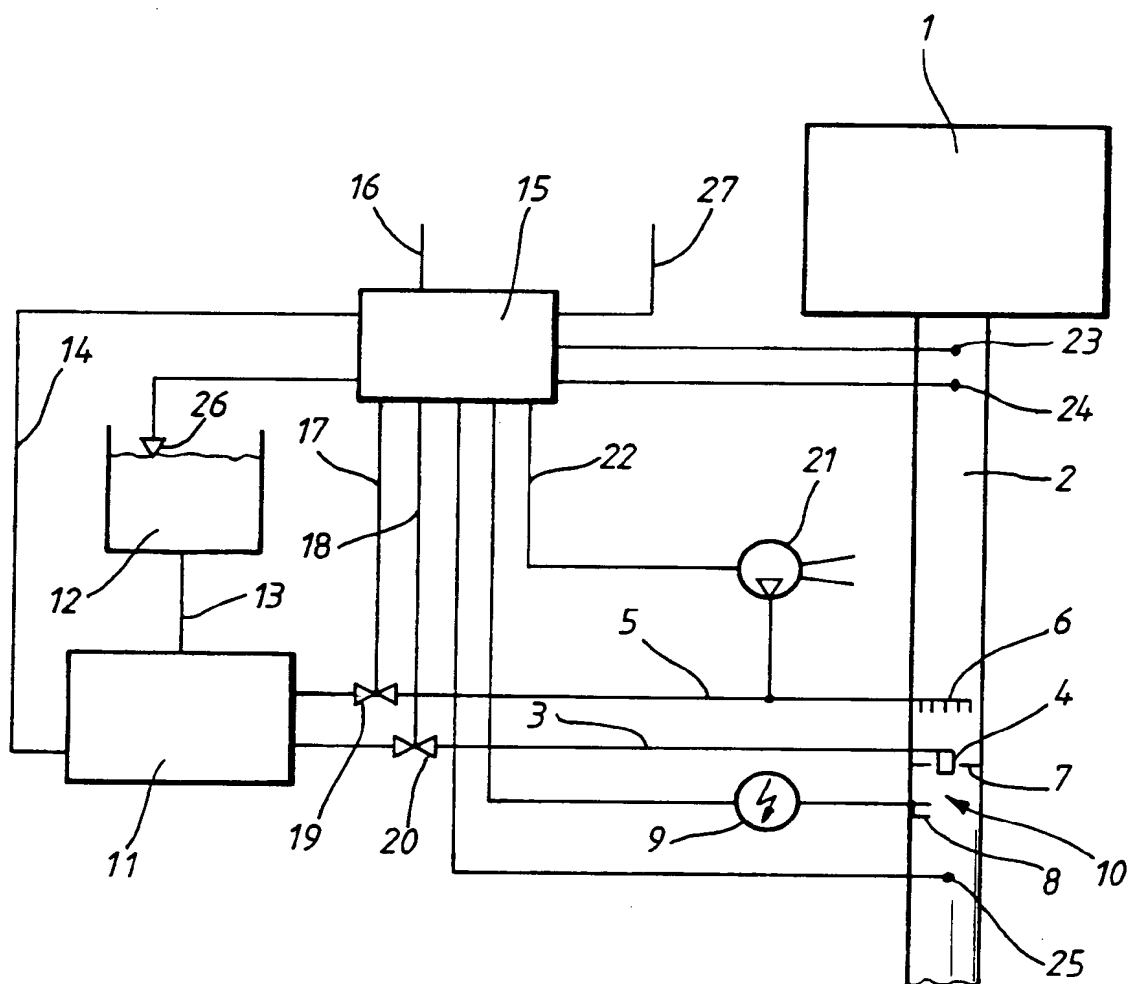


Fig. 2

